

PENGARUH FRAKSI VOLUME PENGUAT ABU TERBANG, SERBUK BESI DAN MATRIK RESIN TERHADAP KEAUSAN DAN KEKERASAN UNTUK BAHAN KAMPAS REM

Qomarul Hadi¹⁾, Ahmad Zamheri²⁾

¹⁾Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

²⁾Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya

Email: qoma2007@yahoo.co.id

Abstrak

Abu terbang merupakan limbah padat yang dihasilkan dari pembakaran batubara pada pembangkit tenaga listrik. Abu terbang ini terdapat dalam jumlah yang cukup besar sehingga menimbulkan masalah lingkungan seperti pencemaran udara atau perairan dan penurunan ekosistem. Kandungan abu terbang ini memungkinkan untuk digunakan sebagai penguat komposit bahan kampas rem. Komposisi bahan kampas rem yang diteliti ini bermatrik resin polyester dengan penguat abu terbang dan serbuk besi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat mekanik dari material bahan kampas rem dengan pengujian keausan, kekerasan dan pengamatan struktur permukaan. Perbandingan fraksi volum pada penelitian ini 40% abu terbang 50% resin polyester 10% serbuk besi, 30% abu terbang 50% resin polyester 20% serbuk besi; 20% abu terbang 50% resin polyester 30% serbuk besi. Hasil pengujian laju keausan terendah pada komposisi 20% abu terbang, 50% resin polyester dan 30% serbuk besi dengan nilai $1,1321E-06$ mm²/kg. Sedangkan tingkat kekerasan tertinggi pada komposisi 20% abu terbang, 50% resin polyester dan 30% serbuk besi yaitu 24,5 HRB. Jadi kondisi optimum yang didapat pada penelitian ini terjadi pada perbandingan variasi fraksi volume 20% abu terbang 50% resin polyester 30% serbuk besi.

Kata kunci: Komposit, abu terbang, serbuk besi, resin polyester, sifat mekanik

Abstract

Flying ash is a solid waste generated from coal combustion in power plants. These flying ash are present in considerable amounts causing environmental problems such as air or water pollution and ecosystem degradation. This fly ash content allows to be used as a reinforcement composite material brake lining. The composition of the brake lining material under study is polyet resin polyester with fly ash reinforcement and iron powder. This study aims to determine the mechanical properties of brake lining materials with wear, hardness and observation of structure of the surface. Comparison of volume fraction in this study 40% fly ash 50% polyester resin 10% iron powder; 30% fly ash 50% polyester resin 20% iron powder; 20% fly ash 50% polyester resin 30% iron powder. The lowest wear rate was tested on the composition of 20% fly ash, 50% polyester resin and 30% iron powder with a value of $1.1321E-06$ mm² / kg. While the highest hardness at composition 20% fly ash, 50% polyester resin and 30% iron powder that is 24,5 HRB. So the optimum conditions obtained in this study occurred in the comparison of variation of volume fraction 20% fly ash 50% polyester resin 30% iron powder

Keywords: Composite, fly ash, iron powder, polyester resin, mechanical properties

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bahan komposit merupakan salah satu bahan alternatif yang dapat digunakan untuk pembuatan kampas rem. Dalam perkembangan teknologi komposit mengalami kemajuan yang sangat pesat ini dikarenakan keistimewaan sifat yang renewable atau terbarukan dan juga rasio kekuatan terhadap berat yang tinggi kekakuan, ketahanan terhadap korosi dan lain-lain, sehingga mengurangi konsumsi

bahan kimia maupun gangguan lingkungan hidup (Pratama, 2011)

Sifat mekanik menyatakan kemampuan suatu bahan untuk menerima beban/gaya/energi tanpa menimbulkan kerusakan pada bahan tersebut. Seringkali bila suatu bahan komposit mempunyai sifat mekanik yang kurang baik, maka diambil langkah untuk mengatasi kekurangan tersebut dengan penambahan elemen penguat. Salah satunya adalah *fly ash* batubara yang banyak di jumpai di pabrik-pabrik.

Abu terbang (fly ash) adalah salah satu

bahan sisa dari pembakaran bahan bakar terutama batubara. Abu terbang (fly ash) ini tidak terpakai dan jika ditumpuk saja disuatu tempat dapat membawa pengaruh yang kurang baik bagi kelestarian lingkungan. Abu terbang ini, selain memenuhi kriteria sebagai bahan yang memiliki sifat *pozzolan*, abu terbang juga memiliki sifat-sifat fisik yang baik, seperti memiliki porositas rendah dan partikelnya halus. Bentuk partikel abu terbang umumnya bulat dengan permukaan halus, komposisi fly ash dan bottom ash yang terbentuk dalam perbandingan berat adalah : (15-25%) berbanding (75-25%) (Koesnadi, 2008). Oleh karena itu penulis mencoba untuk mengangkat masalah abu terbang ini sebagai penguat dengan resin sebagai matriknya untuk bahan kampas rem. Resin pada umumnya berwujud cairan kental seperti lem, resin mempunyai beberapa tipe dari yang keruh, berwarna hingga yang bening dengan berbagai kelebihan seperti kekentalan dan aroma, selain itu juga harganya pun bervariasi, sehingga banyak diaplikasikan dalam berbagai bidang. Diharapkan nantinya kampas rem memiliki sifat kekerasan yang baik dan tahan terhadap keausan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas maka dapat diambil intisari permasalahannya yaitu kita dapat memanfaatkan limbah dari abu terbang batubara (fly ash) menjadi penguat untuk bahan kampas rem terhadap sifat mekanik dan struktur makro didalam nya.

1.3 Batas Masalah

Masalah yang dibahas dalam penelitian ini dibatasi oleh beberapa hal sebagai berikut:

- Bahan yang diuji adalah bahan komposit *fly ash* batubara dengan matrik resin.
- Pengujian sifat mekanik dibatasi pada pengujian uji kekerasan, uji keausan, serta pengamatan struktur makro permukaan dari bahan komposit bahan kampas rem.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sajarah Abu Terbang

Abu terbang (fly ash) adalah partikel halus yang merupakan endapan dari tumpukan bubuk hasil pembakaran batubara, jumlah tersebut cukup besar, sehingga memerlukan pengolahan agar tidak menimbulkan masalah bagi lingkungan, seperti pencemaran udara, perairan dan penurunan kualitas ekosistem.

Batubara merupakan hasil tambang, karena batubara terletak pada kedalaman sekitar 10 sampai 80 meter. Diatas lapisan batubara

terdapat lapisan penutup (*overburden*) yang terdiri dari lapisan batu lempung (*mudstone*), batu Danau (*slitstone*), dan batu pasir (*sandstone*). Proses penambangan batubara dilakukan dengan *open pit*, yaitu mengambil lapisan penutupnya terlebih dahulu kemudian diambil batubaranya. Sisa pembakaran dengan batubara menghasilkan abu terbang yang disebut dengan fly ash. Fly ash memiliki komponen utama seperti silikat (SiO_2), alumina (Al_2O_3), dan hasil besi oksida (Fe_2O_3), sisanya adalah karbon, oksida kalsium (CaO), magnesium, dan belerang.

Fly ash ada banyak digunakan dan diakui secara luas sebagai campuran semen, *Concrete* dan material-material khusus lainnya. Berikut adalah diagram alir proses terbentuknya sisa pembakaran (limbah) batubara pada *power plant*.

2.2 Klasifikasi Abu Terbang

Abu Terbang digolongkan menjadi dua macam menurut jenis batubara yang digunakan, yaitu tipe C dan F. Tipe C berasal dari pembakaran batubara jenis *lignite* atau *sub-bituminous* sedangkan *fly ash* tipe F dihasilkan dari *anthracite* atau *bituminous*. Selain itu, klasifikasi *fly ash* dapat diketahui dari persentase komposisi kimia yang terkandung didalamnya.

Untuk mendapatkan manfaat dari *fly ash*, terlebih dahulu kita harus mengetahui karakteristik atau sifat-sifat yang terkandung didalamnya. Karakteristik *fly ash* ini meliputi sifat fisik dan kimia.

- Sifat Fisik
 - Partikel Morphology
 - *Finenesses*
 - *Pozzolan Activity*
 - Warna

- Sifat Kimia

Sifat kimia pada fly ash sangat dipengaruhi oleh jenis batubara yang digunakan. Tabel berikut menunjukkan komponen kimia yang terkandung dalam *fly ash* dari berbagai macam batubara yang ada. Dibawah ini adalah tabel komposisi kimia flyash dari beberapa jenis batubara.

Tabel.1. Komposisi Fly Ash Batubara (Gunawan)

Componen	Bituminous%	Sub bituminous%	Lignite %
SiO_2	20-50	40-60	15-45
Al_2O_3	5-35	20-39	10-25
Fe_2O_3	10-40	4-19	2-10
CaO	1-12	5-30	15-40
MgO	0-5	1-6	3-10
Na_2O	0-4	0-2	0-10
K_2O	0-4	0-2	0-4
LOI	0-15	0-3	0-5

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa *fly ash* yang berasal dari batubara jenis sub-bituminous dan lignite (*fly ash* tipe C) mempunyai kandungan alumina, calcium oxides dan magnesium oxide lebih banyak bila dibandingkan dengan *fly ash* yang berasal dari jenis bituminous (*fly ash* tipe F). Sedangkan *fly ash* tipe F memiliki kandungan silica dan iron oxide yang lebih banyak dibandingkan dengan tipe C.

2.3 Resin Polyester

Resin *polyester* adalah jenis polimer termoset. Resin *polyester* berupa resin cair dengan viskositas yang relatif rendah, mengeras pada suhu kamar dengan penggunaan katalis, tanpa menghasilkan gas sewaktu pengesetan seperti banyak resin termoset lainnya. Salah satu resin yang termasuk jenis resin *polyester* adalah resin *Yukalac 157 BQTN*. Resin ini memiliki massa jenis (densitas) $1,2 \text{ g/cm}^3$. Resin ini banyak dijual ditoko-toko kimia sehingga memungkinkan untuk mudah didapat. Juga rasio harganya yang rendah yang dapat dipertimbangkan dalam pemilihan bahan material komposit.

Kelebihan resin polyester adalah :

- Harganya relatif murah
- Stabil terhadap cahaya
- Daya rekatnya baik
- Tahan larutan kimia, khususnya asam

Kekurangan resin polyester adalah :

- Mudah terbakar
- Ketahanan terhadap sinar ultraviolet rendah
- Bersifat kaku dan getas
- Ketahanan terhadap kelembaban rendah

Selain dari kelebihan dan kekurangan resin *polyester*, diatas pertimbangan pemilihan resin polyester karena peneliti ingin menghasilkan material yang lebih unggul dari sifat resin *polyester* dengan penambahan *abu terbang* dan serbuk besi diharapkan material komposit yang dihasilkan lebih tangguh dan lebih kuat dari sifat resin *polyester*.

2.4 Katalis

Katalis yang digunakan pada pembuatan komposit ini adalah katalis *Methyl Ethyl Keton Peroxide* (MEKPO) dengan bentuk cair, berwarna bening. Fungsi katalis adalah mempercepat proses pengeringan (*curing*) pada bahan matriks suatu komposit. Semakin banyak katalis yang dicampurkan pada cairan matriks akan mempercepat proses laju pengeringan, tetapi akibat mencampurkan katalis terlalu banyak membuat komposit menjadi getas.

2.5 Besi

Besi adalah logam transisi yang paling banyak dipakai karena relatif melimpah di alam

dan mudah diolah. Besi murni tidak begitu kuat, tetapi bila dicampur dengan logam lain dan karbon didapat baja yang sangat keras. Bijih besi biasanya mengandung hematite (Fe_2O_3) yang dikotori oleh pasir (SiO_2) sekitar 10 %, serta sedikit senyawa sulfur, fosfor, aluminium, dan mangan.

Besi merupakan logam yang paling banyak dan paling beragam penggunaannya. Hal itu karena beberapa hal, diantaranya:

- Kelimpahan besi di kulit bumi cukup besar.
- Pengolahannya relatif mudah dan murah
- Besi mempunyai sifat-sifat yang menguntungkan dan mudah dimodifikasi.

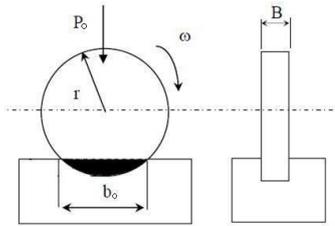
Maka penulis memilih limbah serbuk besi yang berasal dari pabrik industri bubut dan industri pengolahan logam di pasar cinde yang sangat melimpah, tetapi penggunaannya masih sangat sedikit. sebagai bahan pengisi yang juga berfungsi sebagai bahan abrasif dan penguat karena karakteristik yang baik, untuk bahan pembuatan kampas rem.

2.6 Sifat Mekanis Material

Setelah menghasilkan spesimen dari eksperimen perbandingan fraksi volume, bahan komposit biasanya akan dilakukan beberapa pengujian di antaranya pengujian beban tarik, tekan, geser atau lintang, lenturan dan densitas untuk mengetahui sifat fisis dan mekanis dari bahan yang diteliti. Namun pada penelitian ini hanya memfokuskan pada karakter yang dihasilkan oleh uji keausan, kekerasan dan pengamatan struktur makro.

2.6.1 Pengujian Keausan

Pengujian keausan dapat dilakukan dengan berbagai macam metode dan teknik, yang semuanya bertujuan untuk mensimulasikan kondisi keausan aktual. Salah satunya adalah dengan metode Ogoshi dimana benda uji memperoleh beban gesekan dari disk yang berputar (*revolving disc*). Pembebanan ini akan menghasilkan kontak antar permukaan yang berulang-ulang yang pada akhirnya akan mengambil sebagian material pada permukaan benda uji. Bersarnya jejak permukaan dari material tergesek itu lah yang dijadikan dasar penentuan tingkat keausan pada material. Semakin besar dan semakin dalam jejak keausan maka semakin tinggi volume material yang terlepas dari benda uji. Ilustrasi skematis dari kontak permukaan antara *revolving disc* dan benda uji dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Prinsip pengujian keausan dengan metode *Ogoshi*

Keterangan :

- Po : Beban
- h : Kedalaman bekas injakan
- r : jari-jari *revolving disk*
- b : Lebar bekas injakan
- B : Tebal *revolving disk*
- ω : Kecepatan putar

Rumus nilai keausan spesifik:

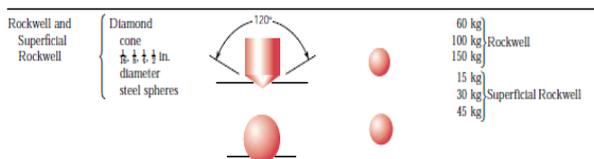
$$W_s = \frac{B \cdot b_0^3}{8 \cdot r \cdot P_0 \cdot l_0} \quad (1)$$

Dimana :

- B = lebar piringan pengaus (mm)
- b₀ = lebar keausan pada benda uji (mm)
- r = jari-jari piringan pengausan (mm)
- P₀ = gaya tekan pada proses keausan berlangsung (kg)
- l₀ = jarak tempuh pada proses pengausan (mm)
- W_s = harga keausan spesifik (mm²/kg)

2.6.2 Uji Kekerasan Rockwell

Metode pengujian kekerasan dengan metode rowkwell ini paling banyak digunakan dilaboratorium pengujian logam, karena prosesnya mudah dan cepat memperoleh angka kekerasan bahan uji. Dimana angka kekerasan Rockwell dapat dibaca langsung dari pesawat uji yang dilakukan. Pengujian ini menggunakan 2 beban, yaitu beban minor (F0) = 100 kgf dan bbeban mayor (F1) = 60kgf sampai dengan 150 kgf tergantung material yang akan kita uji dan tergantung menu rockwell yang dipilih (ada HRC, HRB, HRG, HRD, dll).



Gambar 2. ilustrasi standar uji kekerasan *brinell*.
Sumber: (Callister, 2000)

Dibawah ini merupakan rumus digunakan untuk mencari besarnya kekerasan dengan metode Rockwell.

$$HR = E - e \quad (2)$$

Dimana :

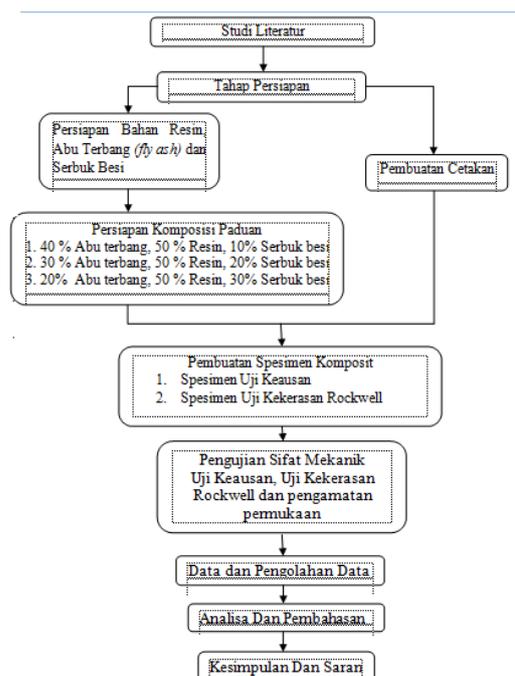
- F0 = Beban Minor (Minor Load) (kgf)
- F1 = Beban Mayor (Major Load) (kgf)
- F = Total beban (kgf)
- e = Jarak antara kondisi 1 dan kondisi 3 yang dibagi dengan 0,002 mm
- E = Jarak antara indenter saat diberi minor load dan zero reference line yang untuk tiap jenis indenter berbeda-beda yang bisa dilihat pada tabel di bawah.
- HR =Besarnya nilai kekerasan dengan metode hardness

2.7 Pengamatan Struktur Mikro

Yang dimaksud dengan pengamatan stuktur makro adalah pemeriksaan bahan dengan memakai kaca pembesar atau mikroskop dengan pembesaran rendah. Hal ini bertujuan untuk melihat permukaan yang terdapat celah-celah dan lubang-lubang pada spesimen benda kerja, bentuk-bentuk patahan benda uji bekas pengujian mekanis yang selanjutnya dibandingkan dengan spesimen benda uji yang lainnya menurut bentuk dan strukturnya antara satu dengan yang lain menurut kebutuhannya. Pemeriksaan secara makro biasanya untuk bahan-bahan yang memiliki struktur kristal yang tergolong besar dan kasar, seperti misal logam hasil coran atau tuangan, serta bahan-bahan yang termasuk non metal.

3. BAHAN DAN METODA

Penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir dibawah ini (gambar 3)



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

3.1 Alat dan Bahan

• Alat

- Gelas ukuran untuk menentukan volume komposisi bahan-bahan
- Ayakan untuk memisahkan fly ash agar homogeny
- Timbangan untuk mengukur berat abu terbang, resin, dan serbuk besi
- Mixer untuk pencampur dan pengaduk.
- Masker untuk melindungi pernapasan dari debu batu bara dan uap resin
- Gergaji besi/Kikir dan gerinda untuk membentuk bahan agar rata

• Bahan

- Abu terbang batubara (fly ash) dari PTBA
- Resien Polyester
- Serbuk Besi
- Katalis *Methyl Ethyl Keton Peroxide* (MEKPO)

3.2 Prosedur Penelitian

Dalam melaksanakan penelitian, metodologi penelitian digunakan adalah sebagai berikut :

3.3 Distribusi Serbuk

Metode yang umum dan dapat digunakan dengan cepat untuk menentukan ukuran partikel serbuk secara kolektif adalah menggunakan peralatan uji ayakan, analisa ayakan ini digunakan untuk menentukan besar butiran sehingga menentukan dimensi linier dari butir secara langsung yang telah distandarisasi. Ayakan ditumpuk dengan ayakan yang halus diletakkan didasar, hasil ayakan pada masing-masing fraksi ditimbang dan didapat distribusi ukuran partikel 300 mesh.



Gambar 4. Peralatan uji Ayakan

3.4 Pembuatan Cetakan

Cetakan dibuat dengan menggunakan seng (zink) yang telah dibentuk sesuai ukuran standar uji.



Gambar 5. Cetakan Spesimen

3.5 *Mixing* Campuran Bahan Dasar

Untuk mendapatkan sistem material serbuk yang homogen, memiliki distribusi partikel yang baik serta menghilangkan *segregasi* maka proses *mixing* (*dry mixing*) perlu dilakukan. Pada penelitian ini komposisi paduan fraksi volume abu terbang batubara 40%, 30%, 20%. Fraksi volume resin 50%, 50%, 50%, dan Fraksi volume serbuk besi 10%, 20%, 30% dengan menggunakan timbangan digital dan proses *mixing* dilakukan dengan menggunakan mixer.



Gambar 6. Timbangan Digital

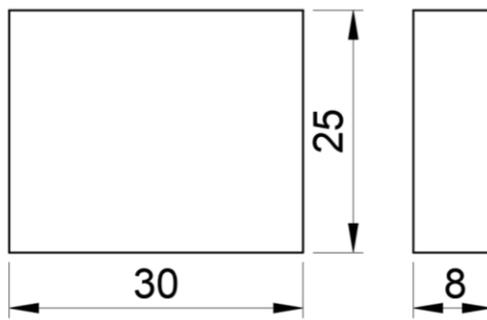
3.6 Pengujian Sifat Mekanik

• Pengujian Keausan

Uji keausan merupakan suatu uji karakteristik fisik yang digunakan untuk mengetahui seberapa besar tingkat keausan benda (permukaan benda) terhadap gesekan atau goresan. Uji keausan dilakukan dengan cara menghitung lebar keausan dari simpel. Adapun ketentuan masing-masing dimensi spesimen adalah panjang; (30) mm, Lebar; (25) mm, Tebal; (8) mm.

Adapun prosedur pengujian keausan dengan alat uji Ogoshi High Speed Universal Wear Testing Machine (Type OAT-U) sebagai berikut :

1. Menyiapkan benda uji dengan ukuran seperti gambar



Gambar 7. Dimensi benda uji



Gambar 9. Mesin Uji Metalografi

2. Meletakkan benda uji pada penjepitnya dengan kuat
3. Memilih beban tekan. P0 (6,36 kg)
Memilih waktu pengausan. t (10 detik)
4. Memilih jarak tempuh pengausan. L0 (23,1 mm)
5. Memilih tombol ON, mesin akan bekerja sesuai dengan ketentuan di nomor 3,4 dan 5 diatas
6. Setelah proses pengausan berakhir, lepaskan benda uji dari penjepitnya
7. Mengukur lebar keausan (b_0 , mm)

4. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

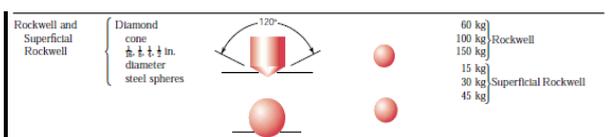
Pembuatan material komposit dengan matrik resin polyester yang diperkuat dengan *fly ash* dan serbuk besi dengan mencampurkan ketiga bahan tersebut kemudian diaduk hingga rata. Sampel yang sudah siap kemudian dilakukan pengujian, seperti; pengujian keausan, pengujian kekerasan dan pengamatan permukaan.

3.7 Pengujian Kekerasan Rockwell

Pengujian kekerasan dengan metode Rockwell bertujuan menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap indenter berupa bola baja ataupun kerucut intan yang ditekan pada permukaan material uji tersebut.

4.1 Pengolahan Data Pegujian Sifat Mekanis

Pengujian untuk mendapatkan pengolahan data yang dilakukan secara sifat mekanis berupa spesimen komposit Pengolahan data sifat mekanis pada komposit meliputi pengolahan data uji keausan, uji kekerasan dan pengamatan struktur makro pada spesimen komposit.



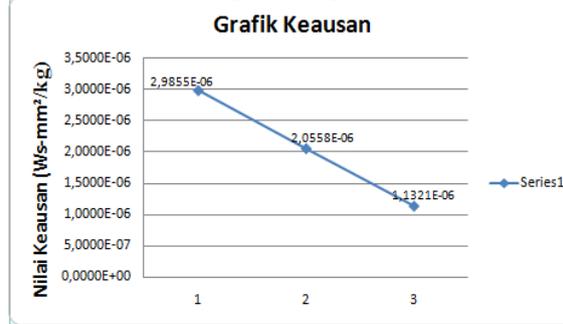
Gambar 8. ilustrasi standar uji kekerasan *brinell*.
Sumber:(Callister, 2000)

4.1.1 Analisa Perhitungan Rata-rata Uji Keausan

Nilai keausan rata-rata tertinggi diperoleh pada spesimen 1 dengan variasi fraksi volume matriks 50 % dengan penguat 40 % dan 10 % yaitu sebesar 2,9855E-06 mm²/kg, sedangkan nilai keausan rata-rata terendah diperoleh pada spesimen 3 dengan variasi fraksi volume matriks 50 % dengan penguat 20 % dan 30 % yaitu sebesar 1,1321E-06 mm²/kg. nilai rata-rata keausan tertinggi dan yang terendah dapat dilihat pada gambar grafik 4.1

3.8 Pengamatan Struktur Permukaan

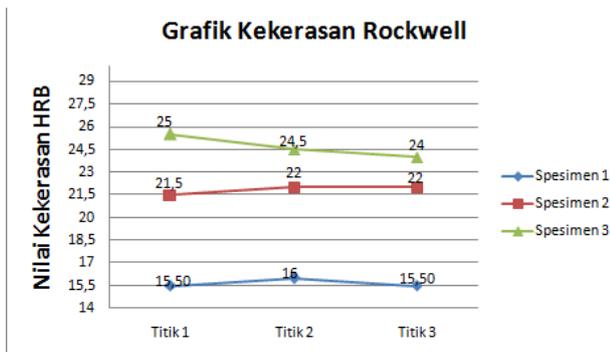
Pengamatan struktur permukaan dilakukan bertujuan untuk melihat struktur makro dari masing-masing spesimen. Setelah didapat daerah atau struktur makro yang diinginkan, maka spesimen itu dipotret dengan perbesaran pada mikroskop. Mikroskop yang digunakan adalah Olympus Digital tipe SZ61.



Gambar 10. Grafik Nilai Rata-rata Keausan

4.1.2 Analisa Perhitungan Rata-rata Uji Kekerasan Rockwel

Berdasarkan hasil pengujian dan pengolahan data uji kekerasan rockwell material komposit resin polyester dengan *fly Ash* dan serbuk besi diperoleh nilai kekerasan untuk spesimen 1 dengan fraksi volume matrik 50% dengan penguat 40 % dan 10% yaitu sebesar 15,50 HRB pada titik 1, pada titik ke 2 sebesar 16 HRB, dan pada titik ke 3 sebesar 15,50, untuk spesimen 2 dengan fraksi volume matrik 50% dengan penguat 30 % dan 20% yaitu sebesar 21,5 HRB pada titik 1, pada titik ke 2 sebesar 22 HRB, dan pada titik ke 3 sebesar 22 HRB, untuk spesimen 3 dengan fraksi volume matrik 50% dengan penguat 20 % dan 30% yaitu sebesar 25 HRB pada titik 1, pada titik ke 2 sebesar 24,5 HRB, dan pada titik ke 3 sebesar 24 HRB.

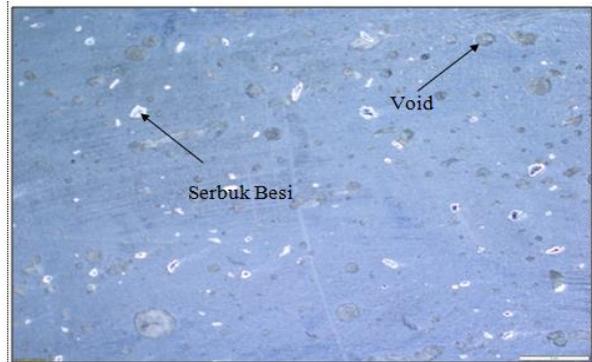


Grafik nilai kekerasan pertitik dengan perbandingan variasi fraksi volume

Gambar 11. Grafik Kekerasan Rockwell

4.1.3 Pengujian Struktur Makro

Pengujian struktur makro dilakukan pada komposit bahan kampas rem. Pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Mikroskop olympus digital tipe SZ61 dengan variasi pembesaran 100x, 150x, dan 200x yang dilakukan di laboratorium Metalurgi Fisik Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.



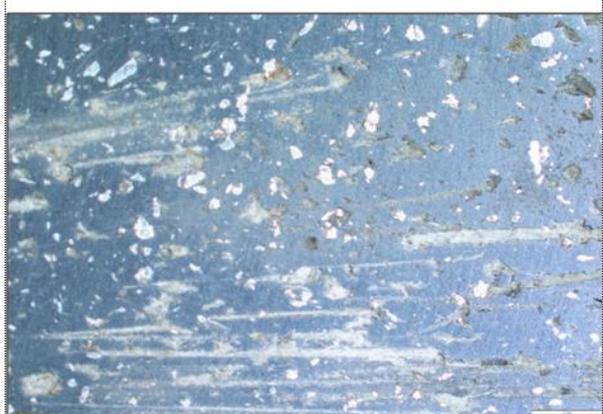
Gambar 4.4 Hasil Struktur Makro Pembesaran 100x Pada Spesimen 1

Gambar 12. Hasil Stuktur Makro Pembesaran 100x Pada Spesimen 1 Komposit



.7 Hasil Struktur Makro Pembesaran 100x Pada Spesimen 2

Gambar 13. Hasil Stuktur Makro Pembesaran 100x Pada Spesimen 2 Komposit



Hasil Struktur Makro Pembesaran 100x Pada Spesimen 3

Gambar 14. Hasil Stuktur Makro Pembesaran 100x Pada Spesimen 3 Komposit

Hasil dari pengamatan struktur permukaan pada spesimen komposit yang berbabahan utama abu terbang, serbuk besi, dan resin polyester pada spesimen 3 dengan pembesaran 100x terlihat serbuk besi memiliki persentasi lebih banyak dan

butiran serbuk besi yang ukurannya lebih besar dibanding dengan spesimen 1 dan spesimen 2 yang memiliki persentasi lebih sedikit dan butiran serbuk besi berukuran lebih kecil. Permukaan pada spesimen 1 dan spesimen 2 terlihat lebih halus dibanding dengan spesimen 3 yang memiliki permukaan lebih kasar dikarenakan spesimen 3 memiliki persentasi abu terbang lebih sedikit dibandingkan dengan spesimen 1 dan spesimen 2. Walaupun spesimen 3 kelihatan lebih kasar namun nilai kekerasan tertinggi dan nilai keausan terendah terdapat pada spesimen 3.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terhadap material komposit bermatrik resin polyester diperkuat dengan limbah hasil pembakaran batubara (*fly ash*) dan serbuk besi didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

Komposit yang terbentuk dari gabungan antara matrik resin *polyester* dengan abu terbang dan serbuk besi menunjukkan banyaknya persentase *fly ash* yang dicampurkan maka sifat mekanik yang dihasilkan akan semakin baik.

Kondisi optimum yang didapat pada penelitian ini adalah terjadi pada spesimen 3 dengan perbandingan variasi fraksi volume 50 % matrik resin *polyester* dengan penguat 20 % abu terbang dan 30% serbuk besi yaitu : nilai kekerasan tertinggi sebesar 24,5 HRB dan nilai keausan terendah sebesar $1,1321E-06$ mm²/kg.

5.2 Saran

Penelitian lanjutan sebaiknya perlu dipikirkan lagi komposisi yang lebih bervariasi atau menambah matrik lain untuk menghasilkan kampas rem yang lebih baik dan disarankan untuk menaikkan persentase volume partikel *fly ash* diatas 30 % pada campuran komposit agar dapat menemukan batas maksimal pengaruh *fly ash* pada komposit bermatrik resin *polyester*.

DAFTAR PUSTAKA

1. Alian, H. 2011 Pengaruh Variasi Fraksi Volume Semen Putih Terhadap Kekuatan Tarik dan Impak Komposit *Glass Fiber Reinforce Plastic(GFRP)* Berpenguat Serat *E-Glass Chop Strand Mat* dan Matrik Resin Polyester. Porslding Seminar. Universitas Sriwijaya Palembang.
2. Alvionita D. I. 2012 Aplikasi penggunaan material komposit pada produk pakai manusia. Telkom Art And Design School. Bandung.
3. Diyanto, I.R, 2012 Kekerasan dan Struktur Mikro Komposit Alumunium Yang Diperkuat Dengan Serbuk Besi Yang Mengalami Perlakuan Panas. Jurnal. Universitas Diponegoro. Semarang.
4. Haryadi, D.G 2006. Pengaruh Penambahan *Fly ash* Melalui Proses Iron Oxide dan Coal Terhadap Keausan Alumunium. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin UNDIP. Semarang.
5. Kiswiranti, D 2007, Pemanfaatan Serbuk Tempurung Kelapa Sebagai Alternatif Serat Penguat Bahan Friksi Non-Asbes Pada Pembuatan Kampas Rem Sepeda Motor. Skripsi Universitas Negeri Semarang. Semarang.
6. Pragisti, L.P. 2013, Pembuatan Komposit Menggunakan Matri Resin Polyester diperkuat Dengan Liumbah Hasil Pembakaran Batubara. Skripsi Universitas Sriwijaya. Palembang.
7. Pratama, 2013, Analisa Sifat Mekanik Komposit Bahan Kampas Rem dengan Penguat Fly Ash Batu Bara. *Tugas Akhir* Universitas Hasanudin. Makasar.
8. Purwanto, A.D 2003, Karakterisasi komposit berpenguat serat bambu dan serat gelas sebagai alternative bahan baku industry.